

(12) **EUROPEAN PATENT APPLICATION**

(51) Int.Cl.⁷: **B01D 39/16, A47L 9/14**

(43) Publication date:
02 NOV 2000 Patent Gazette 2000/44

(21) Application No.: **00108098.5**

(22) Filing date: **26 APR 2000**

(84) designated signatory countries:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR
IE IT LI LU MC NL PT SE
designated expansion countries:
AL LT LV MK RO SI

(72) Inventor:

- **Emig, Dietmar**
83229 Aschau (DE)
- **Klimmek, Albrecht**
83052 Bruckmühl (DE)
- **Raabe, Ernst**
83064 Raubling (DE)

(30) Priority: **30 APR 1999 DE 19919809**

(71) Applicant:
FiberMark Gessner GmbH & Co. 83052
Bruckmühl (DE)

(74) Representative: **HOFFMANN – EITLE**
Patent- und Rechtsanwälte
Arabellastrasse 4
81925 München (DE)

(54) **Dust Filtering Bag Containing a Nanofiber**
Nonwoven

(57) A dust filtering bag, including at least one supporting material layer and at least one fibrous nonwoven layer, characterized in that the at least one fibrous nonwoven layer is a nanofiber nonwoven layer with an average fiber diameter of 10 to 1000 nm, a basis weight (ISO 536) of 0.05 to 2 g/m², and an air permeability (ISO 9237) of 1500 to 20,000 l/m²xs, and the at least one supporting material layer has an air permeability (ISO 9237) of more than 70 l/m²xs, a tensile strength (ISO 1924-2) in the longitudinal direction of more than 20 N/15 mm strip width and a tensile strength in the lateral direction of more than 10 N/15 mm strip width. The dust filter bag is suitable for use in vacuum cleaners for the efficient removal of superfine dust without significantly reducing the suction power of the vacuum cleaner.

1. The invention relates to a dust filter bag that has at least one fibrous nonwoven layer and at least one supporting material layer.
2. The demand for filter performance in filter bags used in modern vacuum cleaners has increased considerably in recent years. More and more importance is attached to this, particularly in the field of fine particle separation since this corresponds not only to the increased hygiene consciousness, but also – given the ever increasing number of allergy sufferers and in particular those who are allergic to household dust – the vacuum cleaner exhaust air should be as low in allergen carriers as possible. In order to achieve the goal of improving fine particle separation, considerable efforts have been made in recent years, which have been directed toward the development of new materials, bag designs, and filter systems. For example, three-layer filter bags where fine particle filter elements connected in series were used as exhaust filters. The disadvantages of these embodiments are apparent either from the insufficient improvement in fine particle separation or from a sharp increase in the filter resistance, which leads to a reduced suction power of the devices.
3. A large advance in the improvement of fine particle separation was made a few years ago with the development of melt-blown fine-fibered nonwovens and their use in special vacuum cleaner bags. These fine fiber components provide considerable relief to household dust allergy sufferers due to a cleaner exhaust air of the vacuum cleaner. As a result, approximately 25% of dust filter bags in the United States today are already produced with a melt-blown fiber layer, a trend that is on the rise. The basic design of such bags is contained in the patents DE 38 12 849, US 5,080,702, and US 4,589,894. As disclosed in DE 38 12 849, melt-blown fiber layers of this kind typically have a fiber diameter of 0.5 to 18 μm , a basis weight of 10 to 50 g/m^2 , and an air permeability of 200 to 1500 $\text{l/m}^2\text{s}$. From a current standpoint, however, these dust filter bags have a disadvantage: although a high fine particle separation capacity is achieved, there are limits to this technology insofar as further improved superfine particle separation makes it inevitably necessary to increase the basis weight of the fine particle filter layer, which at the same time has a powerful negative influence on the filter resistance and therefore the suction power of the devices. These negative effects increase in direct proportion to the improvement in superfine particle separation. In addition, increasing the basis weight of the melt-blown layer in order to improve superfine particle separation makes these filter combinations more difficult to handle since the melt-blown layer, due to its structure, has powerful restoring forces which make it difficult to fold the filter laminate into a dust filter bag that lies flat, particularly in the vicinity of the rolled bottom that closes the bag.
4. Another technology, which is used primarily in Europe due to the different design features of European vacuum cleaners, involves the concept of micro-exhaust air filters, which are series connected to the dust filter bag toward the exhaust end. High-grade exhaust filters, meanwhile, are comprised of cassette structures with pleated filter elements. The technical disadvantage of these costly embodiments also lies in an increased filter resistance, in comparison to systems without micro-exhaust air filters, for the entire filter system comprised of the filter bag and exhaust filter, as a result of which the suction power of the devices is seriously impaired here, too. Added to this is the fact

that due to the dust permeation rate of the filter bags, the clogging rate of the series-connected exhaust air filter increases with a lengthening service life, which results in an additional impairment to the suction power of the device. In order to avoid these disadvantages, numerous experiments have been undertaken in the attempt to adjust the separation capacity of the filter system, primarily for fine particles, to the desired high level and at the same time to significantly reduce the impairment of the suction power, but the desired results have been elusive up to this point.

5. The object of the invention is to produce a dust filter bag that has a particularly favorable dust separation rate for superfine particles under $0.5\ \mu\text{m}$ in size and at the same time has a low initial filter resistance and a low clogging tendency, which maintains a high suction power of the vacuum cleaner even with an increasing fill level of the dust filter bag during use.

6. The object is attained according to the invention by means of a dust filter bag which has at least one supporting material layer and at least one fibrous nonwoven layer; the at least one fibrous nonwoven layer is a nanofiber nonwoven layer with an average fiber diameter of 10 to 1000 nm, preferably 50 to 500 nm, a basis weight (ISO 536) of 0.05 to 2 g/m^2 , preferably 0.1 to 0.5 g/m^2 , and an air permeability (ISO 9237) of 1500 to 20000 $\text{l/m}^2\text{xs}$, preferably 2000 to 10000 $\text{l/m}^2\text{xs}$, and the at least one supporting material layer has an air permeability (ISO 9237) of more than 70 $\text{l/m}^2\text{xs}$, preferably 200 to 900 $\text{l/m}^2\text{xs}$, a tensile strength (ISO 1924-2) in the longitudinal direction of more than 20 N/15 mm strip width, preferably more than 35 N/15 mm strip width, and a tensile strength in the lateral direction of more than 10 N/15 mm strip width, preferably more than 18 N/15 mm strip width.

7. The term "nanofibers" makes it clear that the fibers have a diameter in the nanometer range, in particular from 10 to 1000 nm, preferably 50 to 500 nm.

8. The nanofiber nonwovens used according to the invention are usually comprised, depending on their manufacture, of polymers that are soluble in water, soluble in an organic solvent, or thermoplastic.

9. Particularly preferable water-soluble polymers include polyvinyl alcohol, polyvinyl pyrrolidone, polyethylene oxide, or copolymers thereof, cellulose, methylcellulose, propylcellulose, starches, or mixtures thereof.

10. Particularly preferable polymers that are soluble in an organic solvent include polystyrene, polycarbonate, polyamide, polyurethane, polyacrylate, polymethacrylate, polyvinyl acetate, polyvinyl acetal, polyvinyl ether, cellulose acetate, or copolymers or mixtures thereof.

11. Particularly preferable thermoplastic polymers include polyethylene, polypropylene, polybutene-1, polymethylpentene, polychlorotrifluoroethylene, polyamide, polyester, polycarbonate, polysulfone, polyether sulfone, polyphenyl sulfide, polyacrylonitrile, polyvinyl chloride, polystyrene, polyaryl ether ketone, polyvinylidene fluoride, polyoxymethylene, polyurethane, or copolymers or mixtures thereof.

12. The nanofiber nonwoven, which represents the decisive component for a high separation rate of fine dust, is preferably produced by means of a thermoplastic polymer that has been brought into a molten state or a polymer that has been dissolved in an appropriate solvent being spun from nozzles in a powerful electrical field and is deposited

in the form of a flat formation onto a substrate which is guided over a counter-electrode. This process is known as the electrospinning process. The fiber diameter can be controlled by means of the process parameters, namely the viscosity of the molten mass in thermoplastics or the concentration and viscosity of the polymer solution. The basis weights of the nanofiber nonwoven are determined on the one hand by the mass flow through the nozzles and on the other hand by the speed at which the substrate is moved under the nozzles. The air permeability of the nanofiber nonwoven is influenced by the thickness of the fibers and their packing density.

13. The production of nanofibers from different polymers has been described by Darell H. Reneker and Iksoo Chun in the article "Nanometre Diameter Fibres of Polymers Produced By Electrospinning", *Nanotechnology* 7, 1996, pp. 216 – 223.

14. Since the nanofiber nonwoven used according to the invention is not very strong due to its very low basis weight and since further processing to produce a self-supporting flat form can be difficult, this nanofiber nonwoven is preferably deposited onto the supporting material layer and/or an additional support element of the dust filter bag right when it is being produced, resulting in the formation of a two-layer composite.

15. In a preferred embodiment of the dust filter bag according to the invention, the supporting material layer is comprised of a spun nonwoven. Preferably, the spun nonwoven has a basis weight (ISO 536) of 15 to 100 g/m², particularly preferably 20 to 40 g/m². It is also advantageous if the spun nonwoven has an air permeability (ISO 9237) of 100 to 8000 l/m²xs, particularly preferably 1000 to 3000 l/m²xs. Preferably, the spun nonwovens used are comprised of polyethylene, polypropylene, polyester, polyamide, or copolymers thereof.

16. The above physical properties of the spun nonwoven can be adjusted during the manufacturing process of the spun nonwoven in which a thermoplastic polymer is melted in an extruder and pressed through a spinning nozzle, the endless filaments produced in the capillaries of the spinning nozzle are stretched and deposited on a screen to produce a flat form. The basis weight of the spun nonwoven can be adjusted by means of the polymer output of the spinning nozzle and the speed of the depositing screen. The air permeability of the spun nonwoven depends on the packing density, which is essentially controlled by means of the filament thickness. The filament diameter is adjusted by the stretching of the molten strands, which is controlled by means of the temperature guidance and pulling speed during spinning. The tensile strength of the spun nonwoven is determined by the materials selected for its manufacture. If so desired, the tensile strength can be increased by means of a partial calendering or ultrasonic welding in order to produce point or grid patterns. In the process of this, the filaments are melted together at the intersecting points. The spun nonwovens can also be further strengthened by being compressed by a calender over their entire surface area.

17. In another preferred embodiment, filter paper is used as the supporting material layer in the dust filter bags according to the invention. Preferable filter paper has a basis weight (ISO 536) of 40 to 90 g/m², especially preferably 42 to 60 g/m². In addition, advantageous filter papers have an air permeability (ISO 9237) between 70 and 900 l/m²xs, especially preferably between 120 and 400 l/m²xs. Moreover, a filter paper is also advantageous when it has a tensile strength (ISO 1924-2) in the longitudinal direction of 25 to 70 N/15

mm strip width and a tensile strength in the lateral direction of 15 to 45 N/15 mm strip width. Filter papers that are particularly suitable for use as the supporting material layer are comprised of:

- a. long- and short-fibered cellulose materials or
- b. mixtures of long- and short-fibered cellulose materials with synthetic fibers or
- c. mixtures of long- and short-fibered cellulose materials with glass fibers or
- d. mixtures of long- and short-fibered cellulose materials with synthetic fibers and glass fibers.

18. The above physical parameters of the filter paper can be adjusted during the manufacture of the paper. During the manufacture of the paper, the fibers used are customarily dispersed in water and then separated from the water by means of a wire screen, and in the course of this, a flat form is simultaneously produced. The wet paper web thus formed is then dried. The basis weight of the filter paper can be adjusted by means of the metering quantity of the fibers and the speed of the paper machine. The air permeability of the filter paper is determined by the packing density, which can be controlled by means of the different fiber diameters of the cellulose materials, synthetic fibers, and/or glass fibers used as well as by means of the mixing ratio of the different fiber types. The basis weight also influences the air permeability, i.e. an increasing basis weight reduces the air permeability. The tensile strength of the filter paper can be controlled through fibrillation, so-called beating, of the cellulose materials and through the introduction of bonding agents. In this connection, the bonding agent can be impregnated into the paper web or sprayed onto it. Then the solvent or diluent of the binder, in most cases water, evaporates and the paper web is dried again. The bonding agents can also be introduced into the paper mass, i.e. the strengthening agents are added to the dispersed fibers and fixed to the fiber surfaces, before the sheet formation on the wire screen of the paper machine and the web is then dried in the customary fashion. Another possibility is to spray the bonding agent in a dissolved or dispersed form onto the wet paper web before the web is dried.

19. In a preferred embodiment of the dust filter bag according to the invention, the support element is a nonwoven.

20. Nonwovens that are suitable for use as a support element can, for example, be dry-laid nonwovens, wet-laid nonwovens, or spun nonwovens, which can be composed of cellulose materials, synthetic fibers and/or filaments, or mixtures thereof.

21. Another preferred embodiment of the dust filter bag contains a melt-blown nonwovens as support elements, which can be comprised of a thermoplastic material, preferably polyolefin, polyamide, polyester, polycarbonate, or copolymers or mixtures thereof.

22. The melt-blown nonwovens are generally comprised of long, fine fibers of a non-uniform diameter and can be produced in a melt blowing process (e.g. the Exxon process). The thermoplastic material is melted in an extruder, fed by a spinning pump through the capillaries of the melt-blown spinning nozzles, and upon emerging, is stretched by hot air and deposited in a web-like form on a collector screen.

23. In a preferred embodiment, the support element is a dry-laid nonwoven with a basis weight (ISO 536) of 10 to 50 g/m², preferably 20 to 30 g/m², a thickness (ISO 534) of 0.10 to 2.0 mm, preferably 0.20 to 1.0 mm, an air permeability (ISO 9237) of 700 to 12000 l/m²xs, preferably 1200 to 5000 l/m²xs, and a tensile strength (ISO 1924-2) in the longitudinal direction of more than 5 N/15 mm strip width and a tensile strength in the lateral direction of more than 1 N/15 mm strip width.

24. The physical properties mentioned above can be adjusted during manufacture of the dry-laid nonwovens. The basis weight can be controlled by means of the number and/or quantity of the fibers and the speed of the blower unit. The air permeability can be adjusted by means of the diameter of the fibers, the type of fibers – straight or curly, by means of the mixture of different fiber types, and by means of the packing density. The packing density in this connection can be adjusted by means of the depositing process and by means of the further treatment of the web, e.g. by being compressed, needle felted, and/or mechanically pressed between rollers. Spraying or impregnating the fibers with bonding agents are suitable means for adjusting the tensile strength. A thermal bonding through the introduction of thermoplastic fibers during production and the subsequent heat treatment of the web are suitable for adjusting the tensile strength.

25. According to another advantageous embodiment, the support element is a wet-laid nonwoven with a basis weight (ISO 536) of 6 to 40 g/m², in particular 10 to 25 g/m², a thickness (ISO 534) of 0.05 to 0.35 mm, preferably 0.08 to 0.25 mm, an air permeability (ISO 9237) of 500 to 4000 l/m²xs, preferably 700 to 2000 l/m²xs, and a tensile strength (ISO 1924-2) in the longitudinal direction of more than 5 N/15 mm strip width and a tensile strength in the lateral direction of more than 2 N/15 mm strip width.

26. Wet-laid nonwovens are produced in the same manner as the filter papers described above. The physical parameters of wet-laid nonwovens can also be adjusted in the same manner as those of the filter papers.

27. A spun nonwoven can also be used as a support element, which has a basis weight (ISO 536) of 8 to 40 g/m², in particular 13 to 25 g/m², a thickness (ISO 534) of 0.05 to 0.30 mm, preferably 0.07 to 0.20 mm, an air permeability (ISO 9237) of 700 to 12000 l/m²xs, preferably 1200 to 5000 l/m²xs, and a tensile strength (ISO 1924-2) in the longitudinal direction of more than 7 N/15 mm strip width and a tensile strength in the lateral direction of more than 3 N/15 mm strip width.

28. Finally, another preferable embodiment of the support element is comprised of a melt-blown nonwoven, which has a basis weight (ISO 536) of 6 to 60 g/m², in particular 10 to 25 g/m², a thickness (ISO 534) of 0.06 to 0.50 mm, preferably 0.23 to 0.35 mm, an air permeability (ISO 9237) of 300 to 2000 l/m²xs, preferably 500 to 1200 l/m²xs, and a tensile strength (ISO 1924-2) in the longitudinal direction of more than 2 N/15 mm strip width and a tensile strength in the lateral direction of more than 1 N/15 mm strip width.

29. The above product features of melt-blown nonwovens can be adjusted during manufacturing in the following manner: The basis weight is controlled by means of the polymer output and the speed of the depositing screen. The air permeability is a function of the packing density of the fibers, which in turn is controlled by means of the fiber diameter and the collision energy of the fibers against the depositing screen. The thickness of the melt-blown nonwoven is adjusted by means of the fiber diameter, which

is controlled by means of the ratio of the polymer speed upon emerging from the capillaries and the air speed of the blower air, and the resultant stretching degree of the filaments. In addition, the temperatures of the molten polymer and the blower air can be used to influence the stretching degree of the filaments and therefore also the fiber diameter, the packing density, and the air permeability of the nonwoven. The collision energy of the fibers against the depositing screen can be controlled by means of the blower air speed and the distance between the melt-blown nozzle and the depositing screen. The fibers can be partially welded, e.g. in the form of a point or grid pattern, in order to influence the tensile strength. Furthermore, it is also possible to introduce bonding agents through impregnation or spraying in order to increase strength.

30. In a particular embodiment, only layers comprised of water-insoluble materials are used to construct the dust filter bag according to the invention. Materials that swell when exposed to water can also be used here, provided that their supporting and/or filtering function is not lost as they swell. Dust filter bags that are comprised exclusively of water-insoluble materials are suitable for wet and dry applications.

31. In a preferred embodiment of the dust filter bag, the supporting material layer is the outside and the support element is the inner influx side of the dust filter bag and the nanofiber nonwoven layer, which is deposited on the support element to form a two-layer composite, is oriented toward the supporting material layer.

32. In another embodiment of the dust filter bag according to the invention, the supporting material layer is the outside and the support element is the inner influx side of the dust filter bag and the nanofiber nonwoven layer, which is deposited on the support element to form a two-layer composite, is oriented away from the supporting material layer.

33. According to another embodiment of the dust filter bag according to the invention, supporting material layer is the outside and the support element is the inner influx side of the dust filter bag and both the supporting material layer and the support element respectively have a layer of nanofiber nonwoven deposited on them to form a two-layer composite.

34. In this connection, the dust filter bag can be embodied so that the nanofiber nonwoven deposited on the support element is oriented away from the supporting material layer and the nanofiber nonwoven deposited on the supporting material layer is oriented toward the support element.

35. In this connection, the dust filter bag can also be embodied so that nanofiber nonwoven deposited on the support element is oriented away from the supporting material layer and the nanofiber nonwoven deposited on the supporting material layer is oriented away from the support element.

36. In this connection, preferable dust filter bags are those in which the nanofiber nonwoven deposited on the support element is oriented toward the supporting material layer and the nanofiber nonwoven deposited on the supporting material layer is oriented toward the support element.

37. Also preferable in this connection are those dust filter bags in which the nanofiber nonwoven deposited on the support element is oriented toward the supporting material

layer and the nanofiber nonwoven deposited on the supporting material layer is oriented away from the support element.

38. Finally, another preferred embodiment of the dust filter bag according to the invention is comprised in that the supporting material layer constitutes the outside and the support element constitutes the inner influx side of the dust filter bag and both sides of the supporting material layer as well as both sides of the support element respectively have a layer of nanofiber nonwoven deposited on them, respectively forming a three-layer composite.

39. The preferred layer arrangements will be discussed in further detail below.

Influx side (inside) ? ? outflow side (outside)

40.

41. support element / nanofiber nonwoven ? support

42. nanofiber nonwoven / support element ? support

43. nanofiber nonwoven / support element ? nanofiber nonwoven / support

44. nanofiber nonwoven / support element ? support / nanofiber nonwoven

45. support element / nanofiber nonwoven ? nanofiber nonwoven / support

46. support element / nanofiber nonwoven ? support / nanofiber nonwoven

47. nanofiber nonwoven / support element / nanofiber nonwoven ? nanofiber nonwoven / support / nanofiber nonwoven

48. In the above list, the individual layers are cited in sequence starting from the influx side. The arrows therefore symbolize the flow direction of the air.

49. Intrinsically known processes can be used to produce rough and finished bags composed of the filter compositions according to the invention.

50. These manufacturing processes usually include two work steps which take place in separate machine units:

- i. production of the rough bag
- ii. fabrication of the finished bag.

51. In order to produce the rough bag, the layer or the two-layer composite, which should comprise the outer layer in the dust filter bag, are supplied to the bag-forming machine in roll form. This web is pulled into the machine from an unwinding station through the application of a uniform tensile stress and is formed into a tube which is closed with a longitudinal seam. Then the tube is cut to the appropriate length and one of the tube ends is closed to form a bottom. This takes place on the bottom-folding drum through the production of a flap that is folded over and glued to itself. The rough bag-forming machine is provided with a feeding device for the layers which are intended to end up on the inside of the dust filter bag. The webs of these layers are supplied to the traveling web of the outer layer before the formation of the tube. This consequently produces a bag within the bag. On a separate fabrication machine, the resulting rough bag is provided with a securing plate appropriate to the given vacuum cleaner model, usually on the

previously produced flap bottom (industry term = block bottom). The still open second tube end is closed in the form of a rolled bottom by folding over the tube and gluing it.

52. Dust filter bags according to the invention can be used for effectively separating superfine dust in a wide variety of vacuum cleaners, where the suction power is not reduced in comparison to conventional devices. There are no limitations with regard to size and form of the filter bag. They are thus suitable for industrial vacuum cleaners, floor-type vacuum cleaners, and hand vacuum cleaners. A main focus could be the effective removal of allergenic household dust.

Description of Testing methods

53. The characterizing methods of filter materials and components will be explained below:

| | |
|-------------------|--|
| basis weight: | EN ISO 536 (g/m ²) |
| thickness: | EN ISO 534, sample pressure: 20 kPa (mm) |
| air permeability: | EN ISO 9237 (l/m ² xs) The air permeability of the nanofiber nonwovens was calculated according to the following formula since these nonwovens are not mechanically strong enough as single layers for the measurement methods. |

$$1/LD_{NFV} = 1/LD_V - 1/LD_T$$

54. In this formula, LD stands for the air permeability, NFV stands for the nanofiber nonwoven, V stands for the two-layer composite of nanofiber nonwoven and the support element or the nanofiber nonwoven and the supporting material layer, and T stands for the support in this two-layer composite, either as the support element or as the supporting material layer.

| | |
|-------------------|--|
| tensile strength: | EN ISO 1924-2 (N/15 mm strip width) |
| fiber diameter: | light and raster electronic microscopy; comparison of the fiber diameter to a reflected-in measurement scale |

dust permeation rate and filter resistances:

55. Palas, described in:

i. W. Willemer, W. Mölter, "Praxisnahe Überprüfung von Staubfiltern" [Practical Testing of Dust Filters] *Chemietechnik* 15 (1986), vol. 12, pp. 20 – 26

ii. W. Mölter, C. Helsper, "Fast and Automated Testing of Filter Media", *Filtech Conference*, 23 to 25 SEP 1987, Utrecht/Holland

influx speed: 25 cm/second
test air: 200 mg test dust per cubic meter
test dust: SAE fine, particle size distribution: 0 – 80 μm
dusting time: 10 minutes
particle count: Palas PCS 2000; measurement range 0.25 to 10 μm

56. Particle fraction evaluated for determination of the dust permeation rate: 0.25 to 0.30 μm , an average of 10 minutes of dusting.

filter resistance Δp_1 : filter resistance before dusting
filter resistance Δp_2 : filter resistance after dusting
This value is the scale for the clogging rate and service life of the filter since suction power of the vacuum cleaner is directly dependent on these.

57. The following examples 1 – 3 show the primary technical filter properties of the filter combinations according to the invention in comparison to conventional filter materials in dust filter bags.

Example 1:

58. A 7% solution of polyvinyl alcohol with an average molecular weight of 200,000 and a saponification rate of 98% was spun to produce nanofibers through a capillary of 0.8 mm in a direct current field with a 30 kV voltage between capillaries and grounded counter-electrodes. The distance between the capillaries and counter-electrodes was 6 cm. The nanofiber nonwoven was deposited on a polypropylene melt-blown material, which was placed on the counter-electrode. The average fiber diameter of the nanofiber nonwoven was approx. 380 nm, the calculated air permeability was 4200 l/m²xs.

59. For the testing of the dust separation capacity with the aid of the testing methods described above, the melt-blown layer, which the nanofiber nonwoven was deposited on to form a two-layer composite, was placed on an external supporting material layer made of filter paper so that the nanofiber layer came to rest between the support and the melt-blown layer.

60. The following table summarizes the results of the testing:

| | | filter paper layer | nanofiber layer | melt-blown layer | combination |
|------------------------------------|---------------------|--------------------|-----------------|------------------|-------------|
| basis weight | g/m ² | 45 | 0.1 | 23 | 68.1 |
| thickness | mm | 0.17 | | | |
| longitudinal tensile strength | N | 40 | | | |
| lateral tensile strength | N | 24 | | | |
| air permeability | l/m ² xs | 280 | 4200 | 750 | 195 |
| dust permeability (0.25 – 0.30 µm) | % | | | | 1.94 |
| filter resistance Δp1 | Pa | | | | 305 |
| filter resistance Δp2 | Pa | | | | 870 |

Reference Example 1:

1. The melt-blown layer from example 1 was placed, without a nanofiber nonwoven deposited on it, onto the filter paper outer layer from example 1, and this filter system was tested with regard to its dust separation capacity using the testing methods described above.
2. The following table summarizes the results of the testing:

| | | filter paper layer | melt-blown layer | combination |
|------------------------------------|---------------------|--------------------|------------------|-------------|
| basis weight | g/m ² | 45 | 23 | 68 |
| thickness | mm | 0.17 | | |
| longitudinal tensile strength | N | 40 | | |
| lateral tensile strength | N | 24 | | |
| air permeability | l/m ² xs | 280 | 750 | 200 |
| dust permeability (0.25 – 0.30 µm) | % | | | 4.36 |
| filter resistance Δp1 | Pa | | | 300 |
| filter resistance Δp2 | Pa | | | 857 |

1. In the comparison with the reference material, it is clear that a nanofiber nonwoven covering with a basis weight of 0.1 g/m², reduces the dust permeation for particles 0.25 to 0.30 µm in size from 4.36% to 1.94%, without significantly altering the filter resistances. This corresponds to a reduction of these fine dust particles by approximately 55% in the filtered air.

Example 2

2. After the process described in example 1, a nanofiber nonwoven made of polyvinyl alcohol was deposited on a polypropylene melt-blown nonwoven. The average fiber diameter of the nanofiber nonwoven was approx. 400 nm, the calculated air permeability was 7400 l/m²xs.

3. For the testing of the dust separating capacity with the aid of the testing methods described above, the melt-blown layer, which the nanofiber nonwoven was deposited on to form a two-layer composite, was placed on a spun nonwoven layer made of polypropylene so that the nanofiber nonwoven constituted the influx layer of the filter system.

4. The following table summarizes the results of the testing:

| | | spun nonwoven layer | melt-blown layer | nanofiber layer | combination |
|------------------------------------|---------------------|---------------------|------------------|-----------------|-------------|
| basis weight | g/m ² | 30 | 36 | 0.1 | 66.1 |
| thickness | mm | 0.25 | | | |
| longitudinal tensile strength | N | 18 | | | |
| lateral tensile strength | N | 7 | | | |
| air permeability | l/m ² xs | 3500 | 400 | 7400 | 345 |
| dust permeability (0.25 – 0.30 µm) | % | | | | 0.44 |
| filter resistance Δp1 | Pa | | | | 135 |
| filter resistance Δp2 | Pa | | | | 545 |

Reference Example 2:

1. The melt-blown layer from example 2 was placed, without a nanofiber nonwoven deposited on it, onto the spun nonwoven outer layer from example 2, and this filter system was tested with regard to its dust separation capacity using the testing methods described above.
2. The following table summarizes the results of the testing:

| | | spun nonwoven layer | melt-blown layer | combination |
|------------------------------------|---------------------|---------------------|------------------|-------------|
| basis weight | g/m ² | 30 | 36 | 66 |
| thickness | mm | 0.25 | 0.32 | |
| longitudinal tensile strength | N | 18 | | |
| lateral tensile strength | N | 7 | | |
| air permeability | l/m ² xs | 3500 | 400 | 355 |
| dust permeability (0.25 – 0.30 µm) | % | | | 2.66 |
| filter resistance Δp1 | Pa | | | 125 |
| filter resistance Δp2 | Pa | | | 540 |

1. With practically unchanged filter resistances, the nanofiber nonwoven of the dust filter bag according to the invention in example 2 reduced the permeation of particles 0.25 to 0.30 µm in size from 2.66% to 0.44%. This corresponds to a reduction in fine dust particles in the filtered air by approximately 83%.

Example 3:

2. After the process described in example 1, a nanofiber nonwoven made of polyvinyl alcohol was deposited on a support element made of cellulose materials, which was produced using the wet-laying process. The average fiber diameter of the nanofiber nonwoven was approx. 420 nm, the calculated air permeability was 2800 l/m²xs.
3. For the testing of the dust separating capacity with the aid of the testing methods described above, the support element, which the nanofiber nonwoven was deposited on to form a two-layer composite, was placed on a filter paper outer layer so that the nanofiber nonwoven came to rest between the outer support and the support element.
4. The following table summarizes the results of the testing:

| | | paper support | nanofiber nonwoven | support element | combination |
|------------------------------------|---------------------|---------------|--------------------|-----------------|-------------|
| basis weight | g/m ² | 45 | 0.3 | 18 | 63.3 |
| thickness | mm | 0.17 | | | |
| longitudinal tensile strength | N | 40 | | | |
| lateral tensile strength | N | 24 | | | |
| air permeability | l/m ² xs | 280 | 2800 | 1500 | 210 |
| dust permeability (0.25 – 0.30 µm) | % | | | | 8.95 |
| filter resistance Δp1 | Pa | | | | 230 |
| filter resistance Δp2 | Pa | | | | 1425 |

Reference Example 3

1. The support element layer from example 3 was placed, without a nanofiber nonwoven deposited on the outer filter paper layer from example 3, and this filter system was tested with regard to its dust separation capacity using the testing methods described above.
2. The following table summarizes the results of the testing:

| | | paper support | support element | combination |
|------------------------------------|---------------------|---------------|-----------------|-------------|
| basis weight | g/m ² | 45 | 18 | 63 |
| thickness | mm | 0.17 | | |
| longitudinal tensile strength | N | 40 | | |
| lateral tensile strength | N | 24 | | |
| air permeability | l/m ² xs | 280 | 1500 | 235 |
| dust permeability (0.25 – 0.30 µm) | % | | | 27.89 |
| filter resistance Δp1 | Pa | | | 200 |
| filter resistance Δp2 | Pa | | | 1420 |

1. The nanofiber nonwoven affixed to the paper support reduced the dust permeation for particles 0.25 to 0.30 µm in size from 27.89% to 8.95%. This corresponds to a reduction by approximately 68%. The affixed nanofiber nonwoven increased the filter resistance of the non-dusted filter (Δp1) only slightly, while the filter resistance of the dusted filter (Δp2) remained practically unchanged.
2. The preceding examples demonstrate that the use of specific nanofiber nonwovens in dust filter bags results in the fact that superfine particles in a range from 0.25 to 0.3 µm in size are efficiently restrained without increasing the filter resistance Δp2 as a result. The suction power of the vacuum cleaner remains practically unchanged despite the considerable improvement in separation capacity in comparison to the reference examples.

Claims

1. A dust filter bag, including at least one supporting material layer and at least one fibrous nonwoven layer, characterized in that the at least one fibrous nonwoven layer is a nanofiber nonwoven layer with an average fiber diameter of 10 to 1000 nm, a basis weight (ISO 536) of 0.05 to 2 g/m², and an air permeability (ISO 9237) of 1500 to 20,000 l/m²xs, and the at least one supporting material layer has an air permeability (ISO 9237) of more than 70 l/m²xs, a tensile strength (ISO 1924-2) in the longitudinal direction of more than 20 N/15 mm strip width and a tensile strength in the lateral direction of more than 10 N/15 mm strip width.
2. The dust filter bag according to claim 1, characterized in that the nanofiber nonwoven layer is deposited directly onto the supporting material layer to form a two-layer composite.
3. The dust filter bag according to claim 1 or 2, characterized in that it also contains a support element upon which the nanofiber nonwoven is deposited to form a two-layer composite.
4. The dust filter bag according to one or more of the preceding claims, characterized in that the supporting material layer is comprised of a spun nonwoven.
5. The dust filter bag according to claim 4, characterized in that the spun nonwoven has a basis weight (ISO 536) of 15 to 100 g/m².
6. The dust filter bag according to claim 4 or 5, characterized in that the spun nonwoven has an air permeability (ISO 9237) of 100 to 8000 l/m²xs.
7. The dust filter bag according to one or more of claims 1 to 3, characterized in that the supporting material layer is comprised of filter paper.
8. The dust filter bag according to claim 7, characterized in that the filter paper has a basis weight (ISO 536) of 40 to 90 g/m².
9. The dust filter bag according to claim 7 or 8, characterized in that the filter paper has an air permeability (ISO 9237) of 70 to 900 l/m²xs.
10. The dust filter bag according to one or more of claims 7 to 9, characterized in that the filter paper has a tensile strength (ISO 1924-2) in the longitudinal direction of 25 to 70 N/15 mm strip width and a tensile strength in the lateral direction of 15 to 45 N/15 mm strip width.

11. The dust filter bag according to one or more of claims 3 to 10, characterized in that the support element is comprised of a nonwoven.
12. The dust filter bag according to claim 11, characterized in that the nonwoven is a dry-laid nonwoven, a wet-laid nonwoven, a spun nonwoven, or a melt-blown nonwoven.
13. The dust filter bag according to claim 12, characterized in that the nonwoven is a dry-laid nonwoven with a basis weight (ISO 536) of 10 to 50 g/m², a thickness (ISO 534) of 0.10 to 2.0 mm, an air permeability (ISO 9237) of 700 to 12000 l/m²xs, and a tensile strength (ISO 1924-2) in the longitudinal direction of more than 5 N/15 mm strip width and a tensile strength in the lateral direction of more than 2 N/15 mm strip width.
14. The dust filter bag according to claim 12, characterized in that the nonwoven is a wet-laid nonwoven with a basis weight (ISO 536) of 6 to 40 g/m², a thickness (ISO 534) of 0.05 to 0.35 mm, an air permeability (ISO 9237) of 500 to 4000 l/m²xs, and a tensile strength (ISO 1924-2) in the longitudinal direction of more than 5 N/15 mm strip width and a tensile strength in the lateral direction of more than 2 N/15 mm strip width.
15. The dust filter bag according to claim 12, characterized in that the nonwoven is a spun nonwoven with a basis weight (ISO 536) of 8 to 40 g/m², a thickness (ISO 534) of 0.05 to 0.30 mm, an air permeability (ISO 9237) of 700 to 12000 l/m²xs, and a tensile strength (ISO 1924-2) in the longitudinal direction of more than 7 N/15 mm strip width and a tensile strength in the lateral direction of more than 3 N/15 mm strip width.
16. The dust filter bag according to claim 12, characterized in that the nonwoven is a melt-blown nonwoven with a basis weight (ISO 536) of 6 to 60 g/m², a thickness (ISO 534) of 0.06 to 0.50 mm, an air permeability (ISO 9237) of 300 to 2000 l/m²xs, and a tensile strength (ISO 1924-2) in the longitudinal direction of more than 2 N/15 mm strip width and a tensile strength in the lateral direction of more than 1 N/15 mm strip width.
17. The dust filter bag according to one or more of claims 3 to 16, characterized in that the supporting material layer constitutes the outside and the support element constitutes the inner influx side of the dust filter bag and the nanofiber nonwoven layer in the two-layer composite with the support element is oriented toward the supporting material layer.
18. The dust filter bag according to one or more of claims 3 to 16, characterized in that the supporting material layer constitutes the outside and the support element constitutes the inner influx side of the dust filter bag and the nanofiber nonwoven layer in the two-layer composite with the support element is oriented away from the supporting material layer.
19. The dust filter bag according to one or more of claims 3 to 16, characterized in that the supporting material layer constitutes the outside and the support element constitutes the inner influx side of the dust filter bag and both the supporting material layer and the

support element respectively have a layer of nanofiber nonwoven deposited on them to form a two-layer composite.

20. The dust filter bag according to claim 19, characterized in that the nanofiber nonwoven deposited on the support element is oriented away from the supporting material layer and the nanofiber nonwoven deposited on the supporting material layer is oriented toward the support element.

21. The dust filter bag according to claim 19, characterized in that the nanofiber nonwoven deposited on the support element is oriented away from the supporting material layer and the nanofiber nonwoven deposited on the supporting material layer is oriented away from the support element.

22. The dust filter bag according to claim 19, characterized in that the nanofiber nonwoven deposited on the support element is oriented toward the supporting material layer and the nanofiber nonwoven deposited on the supporting material layer is oriented toward the support element.

23. The dust filter bag according to claim 19, characterized in that the nanofiber nonwoven deposited on the support element is oriented toward the supporting material layer and the nanofiber nonwoven deposited on the supporting material layer is oriented away from the support element.

24. The dust filter bag according to one or more of claims 3 to 16, characterized in that the supporting material layer constitutes the outside and the support element constitutes the inner influx side of the dust filter bag and both sides of the supporting material layer as well as both sides of the support element respectively have a layer of nanofiber nonwoven deposited on them, respectively forming a three-layer composite.

25. The dust filter bag according to one or more of the preceding claims, characterized in that all of the layers are comprised of water-insoluble materials.

European
Patent Office

EUROPEAN SEARCH REPORT

Application No.
EP 00 10 8098

| RELEVANT DOCUMENTS | | | |
|--|---|--|--|
| category | identification of document with indication, as necessary, of the definitive parts | relates to claim | CLASSIFICATION OF THE APPLICATION (Int. Cl. 7) |
| A | EP 0 338 479 A (GESSNER & CO GMBH) 25 OCT 1989 (10/25/1989) * the entire document * | 1 - 25 | B01D39/16 A47L9/14 |
| A | US 4 650 506 A (BARRIS MARTY A ET AL) 17 MAR 1987 (03/17/1987) * Claims * | 1 - 25 | |
| A | EP 0 410 733 A (ICHIKAWA WOOLEN TEXTILE) 30 JAN 1991 (01/03/1991) Detailed description * page 3; claims * | 1 | |
| A | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 328 (C-621), 24 JUL 1989 (07/24/1989) & JP 01 107821 A (KURARAY CO LTD), 25 APR 1989 (04/25/1989) * Abstract * | 1 | |
| | | | SUBJECT RESEARCHED (Intl. Cl. 7) |
| | | | B01D A47L |
| The current search report was prepared for all of the claims. | | | |
| Search location THE HAGUE | | expiration date of the search 15 August 2000 | examiner Plaka, T. |
| CATEGORY OF THE DOCUMENTS MENTIONED | | T: the theories or principles upon which the invention is based E: prior patent document, but one which was only published on or after the application date D: document cited in the application L: document cited for other reasons &: member of the same patent family, corresponding document | |
| X: of particular significance on its own Y: of particular significance in connection with another disclosure of the same category A: technological background O: non-written disclosure P: intermediate literature | | | |

ADDENDUM TO THE EUROPEAN SEARCH REPORT REGARDING THE EUROPEAN PATENT APPLICATION NO. EP 00 10 8098

The members of the patent families of the patent documents cited in the above-mentioned search report are indicated in this addendum.

The information regarding the family members correspond to the status of the files of the European Patent Office on: 15 AUG 2000

These details are used for information purposes only and are supplied without liability.

| Patent document cited in the search report | publication date | member(s) of the patent family | publication date |
|--|------------------|--------------------------------|------------------|
| EP 0338479 A | 25 OCT 1989 | DE 3812849 A | 26 OCT 1989 |
| | | AT 79782 T | 15 SEP 1992 |
| | | DE 58902112 D | 01 OCT 1992 |
| US 4650506 A | 17 MAR 1987 | NONE | |
| EP 0410733 A | 30 JAN 1991 | JP 3060712 A | 15 MAR 1991 |
| | | JP 7096089 B | 18 OCT 1995 |
| | | DE 69020253 D | 27 JUL 1995 |
| | | DE 69020253 T | 23 NOV 1995 |
| | | US 5318831 A | 07 JUN 1994 |
| JP 01107821 A | 25 APR 1989 | NONE | |

[EP1048335A(A1) word count: 7500]

Translation notes

page 3, line 52 of the German:

Zellstoff is defined two ways by the Milos Svaton Dictionary of the Pulp and Paper Industry: cellulose material and chemical pulp. The term cellulose material has been used here and throughout the document.

page 7, line 11 of the German:

In the clause cited below, it is possible that the writer intended to used "Meßstab" [measuring stick] instead of "Maßstab" [scale]. This apparent error has been left uncorrected in the English version of the document.

Dieser Wert ist der Maßstab für die Verstopfungsneigung und Standzeit des Filters
This value is the scale for the clogging rate and service life of the filter



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 048 335 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
02.11.2000 Patentblatt 2000/44

(51) Int. Cl.⁷: **B01D 39/16, A47L 9/14**

(21) Anmeldenummer: 00108098.5

(22) Anmeldetag: 26.04.2000

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 30.04.1999 DE 19919809

(71) Anmelder:
**FiberMark Gessner GmbH & Co.
83052 Bruckmühl (DE)**

(72) Erfinder:

- Emlg, Dietmar
83229 Aschau (DE)
- Klimmek, Albrecht
83052 Bruckmühl (DE)
- Raabe, Ernst
83064 Raubling (DE)

(74) Vertreter: **HOFFMANN - EITLE**
Patent- und Rechtsanwälte
Arabellastrasse 4
81925 München (DE)

(54) **Staubfilterbeutel, enthaltend Nanofaservlies**

(57) Staubfilterbeutel, umfassend mindestens eine Trägermateriallage und mindestens eine Faservlieslage, dadurch gekennzeichnet, daß die mindestens eine Faservlieslage eine Nanofaservlieslage mit einem durchschnittlichen Faserdurchmesser von 10 bis 1000 nm, einem Flächengewicht (ISO 536) von 0,05 bis 2 g/m² und einer Luftdurchlässigkeit (ISO 9237) von 1500 bis 20 000 l/m²xs ist, und die mindestens eine Trägermateriallage eine Luftdurchlässigkeit (ISO 9237) von mehr als 70 l/m²xs, einen Bruchwiderstand (ISO 1924-2) in Längsrichtung von mehr als 20 N/15 mm Streifenbreite und in Querrichtung von mehr als 10 N/15 mm Streifenbreite aufweist. Der Staubfilterbeutel ist zur Verwendung in Staubsaugern zur effizienten Entfernung von Feinststäuben geeignet, ohne die Saugleistung der Staubsauger nennenswert zu verringern.

EP 1 048 335 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Staubfilterbeutel, der mindestens eine Faservlieslage und mindestens eine Trägermateriallage umfaßt.

[0002] Die Anforderungen an die Filterleistungen der in den modernen Staubsaugern eingesetzten Filterbeutel wurden in den letzten Jahren deutlich gesteigert. Hier wird vor allem dem Bereich der Feinpartikelabscheidung immer größere Bedeutung beigemessen, da dies nicht nur dem gestiegenen Hygienebewußtsein entspricht, sondern, - vor dem Hintergrund der ständig zunehmenden Zahl von Allergikern und hier insbesondere der Hausstauballergiker - die Staubsaugerausblaskluft möglichst allergenträgerarm sein soll. Um das Ziel der Verbesserung der Feinpartikelabscheidung zu erreichen, wurden in den letzten Jahren vielfältige Anstrengungen unternommen, die auf die Entwicklung neuer Materialien, Beutelkonstruktionen und Filtersysteme gerichtet waren. Beispielsweise wurden dreilagige Filterbeutel hergestellt oder aber es wurden nachgeschaltete Feinpartikel-Filterelemente als Ausblasfilter verwendet. Die Nachteile dieser Versionen sind entweder in der ungenügenden Verbesserung der Feinpartikelabscheidung oder in einer starken Erhöhung des Filterwiderstandes, der zu einer reduzierten Saugleistung der Geräte führt, zu sehen.

[0003] Ein großer Fortschritt bei der Verbesserung der Feinpartikelabscheidung war vor einigen Jahren die Entwicklung der Meltblown-Feinfaservliese und deren Verwendung in speziellen Staubsaugerbeuteln. Diese Feinfaserkomponenten ermöglichen eine deutliche Entlastung der Hausstauballergiker durch eine reinere Ausblaskluft des Staubsaugers. So werden heute in den Vereinigten Staaten bereits etwa 25 % der Staubfilterbeutel mit einer Meltblownfaserschicht hergestellt, mit zunehmender Tendenz. Der grundsätzliche Aufbau derartiger Beutel ist in den Patenten DE 38 12 849, US 5,080,702 und US 4,589,894 enthalten. Wie in DE 38 12 849 offenbart, haben solche Meltblownfaserschichten typischerweise einen Faserdurchmesser von 0,5 bis 18 µm, ein Flächengewicht von 10 bis 50 g/m² und eine Luftdurchlässigkeit von 200 bis 1500 l/m²xs. Aus heutiger Sicht haben diese Staubfilterbeutel jedoch einen Nachteil: Obwohl eine hohe Filterabscheideleistung erreicht wird, sind dieser Technologie insofern Grenzen gesetzt, als weiter verbesserte Feinpartikelabscheidung zwangsläufig eine Erhöhung des Flächengewichts der Feinpartikelfilterschicht erforderlich macht, was gleichzeitig den Filterwiderstand und damit die Saugleistung der Geräte stark negativ beeinflusst. Diese negativen Effekte nehmen in gleichem Maße zu wie die Feinpartikelabscheidung verbessert wird. Außerdem wird durch die Erhöhung des Flächengewichts der Meltblownlage zur Verbesserung der Feinpartikelabscheidung die Verarbeitung dieser Filterkombinationen erschwert, da die Meltblownlage bedingt durch ihren Aufbau starke Rückstellkräfte besitzt, die das Falzen des Filterlaminats zu einem flach liegenden Staubfilterbeutel, besonders im Bereich des den Beutel verschließenden Wickelbodens erschwert.

[0004] Eine andere Technologie, die vor allem in Europa aufgrund der andersgearteten Konstruktionsmerkmale der europäischen Staubsauger zum Einsatz kommt, beinhaltet das Konzept der Mikroabluftfilter, die dem Staubfilterbeutel abluftseitig nachgeschaltet sind. Hochwertige Abluftfilter bestehen mittlerweile aus Kassettenkonstruktionen mit plissierten Filterelementen. Der technische Nachteil dieser kostenaufwendigen Versionen liegt ebenfalls in einem im Vergleich zu Systemen ohne Mikroabluftfilter erhöhten Filterwiderstand für das gesamte Filtersystem aus Filterbeutel und Abluftfilter, wodurch auch hier die Saugleistung der Geräte stark beeinträchtigt wird. Dazu kommt, daß aufgrund des Staubdurchlaßgrads der Filterbeutel der Verstopfungsgrad des nachgeschalteten Abluftfilters mit zunehmender Betriebsdauer steigt, wodurch eine zusätzliche Beeinträchtigung der Gerätesaugleistung entsteht. Um diese Nachteile auszuschließen, wurden bisher mannigfaltige Versuche unternommen, die Abscheideleistung des Filtersystems vor allem für Feinpartikel auf dem erreichten hohen Niveau einzustellen und gleichzeitig die Beeinträchtigung der Saugleistung deutlich zu reduzieren, jedoch bislang ohne den gewünschten Erfolg.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Staubfilterbeutel mit besonders gutem Staubabscheidegrad für Feinpartikel unter 0,5 µm Größe herzustellen, der gleichzeitig einen geringen Anfangsfilterwiderstand und eine geringe Verstopfungsneigung besitzt, wodurch eine hohe Saugleistung des Staubsaugers, auch bei zunehmender Befüllung des Staubfilterbeutels während der Anwendung erhalten bleibt.

[0006] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch einen Staubfilterbeutel gelöst, der mindestens eine Trägermateriallage und mindestens eine Faservlieslage umfaßt, wobei die mindestens eine Faservlieslage eine Nanofaservlieslage mit einem durchschnittlichen Faserdurchmesser von 10 bis 1000 nm, vorzugsweise von 50 bis 500 nm, einem Flächengewicht (ISO 536) von 0,05 bis 2 g/m², vorzugsweise von 0,1 bis 0,5 g/m², und einer Luftdurchlässigkeit (ISO 9237) von 1500 bis 20000 l/m²xs, vorzugsweise von 2000 bis 10000 l/m²xs, ist, und die mindestens eine Trägermateriallage eine Luftdurchlässigkeit (ISO 9237) von mehr als 70 l/m²xs, vorzugsweise von 200 bis 900 l/m²xs, einen Bruchwiderstand (ISO 1924-2) in Längsrichtung von mehr als 20 N/15 mm Streifenbreite, vorzugsweise von mehr als 35 N/15 mm Streifenbreite, und in Querrichtung von mehr als 10 N/15 mm Streifenbreite, vorzugsweise von mehr als 18 N/15 mm Streifenbreite, aufweist.

[0007] Der verwendete Begriff "Nanofasern" macht deutlich, daß die Fasern einen Durchmesser im Nanometerbereich, speziell von 10 bis 1000 nm, vorzugsweise von 50 bis 500 nm haben.

[0008] Die erfindungsgemäß eingesetzten Nanofaservliese bestehen herstellungsbedingt üblicherweise aus in Wasser löslichen, in einem organischen Lösungsmittel löslichen oder thermoplastischen Polymeren.

[0009] Besonders bevorzugte in Wasser lösliche Polymere sind Polyvinylalkohol, Polyvinylpyrrolidon, Polyethylen-oxid oder Copolymere davon, Cellulose, Methylcellulose, Propylcellulose, Stärke oder Mischungen hiervon.

[0010] Besonders bevorzugte in einem organischen Lösungsmittel lösliche Polymere sind Polystyrol, Polycarbonat, Polyamid, Polyurethan, Polyacrylat, Polymethacrylat, Polyvinylacetat, Polyvinylacetal, Polyvinylether, Celluloseacetat oder Copolymere oder Mischungen davon.

[0011] Besonders bevorzugte thermoplastische Polymere sind Polyethylen, Polypropylen, Polybuten-1, Polymethylpenten, Polychlortrifluorethylen, Polyamid, Polyester, Polycarbonat, Polysulfon, Polyethersulfon, Polyphenylensulfid, Polyacrylnitril, Polyvinylchlorid, Polystyrol, Polyaryletherketon, Polyvinylidenfluorid, Polyoxymethylen, Polyurethan oder Copolymere oder Mischungen davon.

[0012] Das Nanofaservlies, das die entscheidende Komponente für einen hohen Abscheidegrad von Feinstäuben darstellt, wird vorzugsweise erzeugt, indem ein thermoplastisches Polymer in geschmolzenem Zustand oder ein in einem geeigneten Lösungsmittel gelöstes Polymer aus Düsen in einem starken elektrischen Feld zu feinsten Fasern versponnen wird und auf einer Unterlage, die über eine Gegenelektrode geführt wird, in Form eines Flächengebildes abgeschieden wird. Dieses Verfahren ist als Elektrosponnen-Verfahren bekannt. Der Faserdurchmesser kann durch die Prozeßparameter, nämlich die Viskosität der Schmelze bei Thermoplasten bzw. Konzentration und Viskosität der Polymerlösung gesteuert werden. Die Flächengewichte des Nanofaservlieses werden zum einen durch den Massenfluß durch die Düsen und zum anderen durch die Geschwindigkeit, mit der die Unterlage unter den Düsen bewegt wird, bestimmt. Die Luftdurchlässigkeit des Nanofaservlieses wird durch die Dicke der Fasern und deren Packungsdichte beeinflusst.

[0013] Die Erzeugung von Nanofasern aus verschiedenen Polymeren wird von Darell H. Reneker and Iksoo Chun in der Veröffentlichung "Nanometre diameter fibres of polymer, produced by electrospinning", Nanotechnology 7, 1996, S. 216 - 223, beschrieben.

[0014] Da das erfindungsgemäß verwendete Nanofaservlies aufgrund seines sehr geringen Flächengewichts eine geringe Festigkeit besitzt und eine Weiterverarbeitung als selbsttragendes Flächengebilde schwierig sein kann, wird es bevorzugt direkt bei seiner Erzeugung auf der Trägermateriallage und/oder einem zusätzlichen Stützelement des Staubfilterbeutels unter Bildung eines zweilagigen Verbundes abgeschieden.

[0015] In einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Staubfilterbeutel besteht die Trägermateriallage aus einem Spinnvlies. Vorzugsweise hat das Spinnvlies ein Flächengewicht (ISO 536) von 15 bis 100 g/m², besonders bevorzugt 20 bis 40 g/m². Weiterhin ist es auch vorteilhaft, wenn das Spinnvlies eine Luftdurchlässigkeit (ISO 9237) von 100 bis 8000 l/m²xs, besonders bevorzugt 1000 bis 3000 l/m²xs aufweist. Vorzugsweise bestehen die verwendeten Spinnvliese aus Polyethylen, Polypropylen, Polyester, Polyamid oder Copolymeren davon.

[0016] Die obigen physikalischen Eigenschaften des Spinnvlieses lassen sich während des Herstellungsverfahrens des Spinnvlieses einstellen, bei dem ein thermoplastisches Polymer in einem Extruder aufgeschmolzen wird und durch eine Spinnöse gedrückt wird, und die in den Kapillaren der Spinnöse gebildeten Endlosfilamente verstreckt und auf einem Sieb zu einem Flächengebilde abgelegt werden. Das Flächengewicht des Spinnvlieses kann über den Polymerausstoß der Spinnöse und die Geschwindigkeit des Ablagesiebes eingestellt werden. Die Luftdurchlässigkeit des Spinnvlieses ist abhängig von der Packungsdichte, die im wesentlichen über die Filamentdicke gesteuert wird. Die Einstellung der Filamentdurchmesser erfolgt über die Verstreckung der Schmelzefäden, die über die Temperaturführung und Abzugsgeschwindigkeit beim Spinnen gesteuert wird. Der Bruchwiderstand des Spinnvlieses wird durch die gewählten Materialien für die Herstellung des Spinnvlieses bestimmt. Gegebenenfalls kann der Bruchwiderstand durch eine partielle Kalandrierung oder Ultraschallverschweißung unter Bildung von Punkt- bzw. Gittermustern erhöht werden. Hierbei werden die Filamente an den Kreuzungspunkten miteinander verschmolzen. Auch über eine vollflächige Verdichtung mittels eines Kalenders können die Spinnvliese weiter verfestigt werden.

[0017] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird als Trägermateriallage in den erfindungsgemäßen Staubfilterbeuteln Filterpapier eingesetzt. Bevorzugt ist dabei Filterpapier mit einem Flächengewicht (ISO 536) von 40 bis 90 g/m², besonders bevorzugt von 42 bis 60 g/m². Vorteilhaft sind auch Filterpapiere mit einer Luftdurchlässigkeit (ISO 9237) zwischen 70 und 900 l/m²xs, besonders bevorzugt zwischen 120 und 400 l/m²xs. Desweiteren ist ebenfalls ein Filterpapier mit einem Bruchwiderstand (ISO 1924-2) in Längsrichtung von 25 bis 70 N/15 mm Streifenbreite und in Querrichtung von 15 bis 45 N/15 mm Streifenbreite vorteilhaft. Für die Verwendung als Trägermateriallage besonders geeignete Filterpapiere bestehen aus:

- lang- und kurzfasrigen Zellstoffen oder
- Mischungen lang- und kurzfasriger Zellstoffe mit Synthefasern oder
- Mischungen lang- und kurzfasriger Zellstoffe mit Glasfasern oder
- Mischungen der lang- und kurzfasrigen Zellstoffe mit Synthefasern und Glasfasern.

[0018] Die obigen physikalischen Parameter des Filterpapiers können während der Papierherstellung eingestellt werden. Bei der Papierherstellung werden üblicherweise die eingesetzten Fasern in Wasser dispergiert, dann mittels

eines Siebes vom Wasser separiert, und dabei wird gleichzeitig ein Flächengebilde erzeugt. Die gebildete nasse Papierbahn wird anschließend getrocknet. Das Flächengewicht des Filterpapiers läßt sich über die Dosiermenge der Fasern und die Papiermaschinengeschwindigkeit einstellen. Die Luftdurchlässigkeit des Filterpapiers wird durch die Packungsdichte bestimmt, die über die unterschiedlichen Faserdurchmesser der verwendeten Zellstoffe, Synthesefasern bzw. Glasfasern sowie über das Mischungsverhältnis der verschiedenen Fasertypen gesteuert werden kann. Einfluß auf die Luftdurchlässigkeit hat auch das Flächengewicht, d.h. ein steigendes Flächengewicht reduziert die Luftdurchlässigkeit. Der Bruchwiderstand des Filterpapiers kann durch Fibrillieren, sogenanntes Mahlen, der Zellstoffe und durch das Einbringen von Bindemitteln gesteuert werden. Hierbei kann das Bindemittel auf die Papierbahn imprägniert oder aufgesprüht werden. Anschließend wird das Löse- oder Verdünnungsmittel des Binders, in den meisten Fällen Wasser, verdampft und die Papierbahn wieder getrocknet. Die Bindemittel können auch in die Papiermasse eingesetzt werden, d.h., die Verfestigungsmittel werden den dispergierten Fasern zugesetzt und an der Faseroberfläche fixiert, bevor die Blattbildung auf dem Papiermaschinensieb erfolgt und die Bahn anschließend wie üblich getrocknet wird. Eine weitere Möglichkeit ist das Aufsprühen des Bindemittels in gelöster oder dispergierter Form auf die nasse Papierbahn, bevor die Bahn getrocknet wird.

[0019] In einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Staubfilterbeutel ist das Stützelement ein Vlies.

[0020] Als Stützelement geeignete Vliese können z.B. trockengelegte Vliese, naßgelegte Vliese oder Spinnvliese sein, die aus Zellstoff, Synthesefasern und/oder -filamenten oder Mischungen davon aufgebaut sein können.

[0021] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der Staubfilterbeutel beinhaltet Meltblownvliese als Stützelement, die aus einem thermoplastischen Material, vorzugsweise aus Polyolefin, Polyamid, Polyester, Polycarbonat oder Copolymeren oder Mischungen davon, aufgebaut sein können.

[0022] Die Meltblownvliese bestehen im allgemeinen aus langen, feinen Fasern uneinheitlichen Durchmessers und können in einem Schmelzblasverfahren (z. B. Exxon-Verfahren) hergestellt werden. Dabei wird das thermoplastische Material in einem Extruder aufgeschmolzen, mit einer Spinnpumpe durch die Kapillaren der Meltblownspindüse gefördert und beim Austritt mit heißer Luft verstreckt und auf einem Kollektorsieb bahnförmig abgelegt.

[0023] In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Stützelement ein trockengelegtes Vlies mit einem Flächengewicht (ISO 536) von 10 bis 50 g/m², vorzugsweise 20 bis 30 g/m², einer Dicke (ISO 534) von 0,10 bis 2,0 mm, vorzugsweise 0,20 bis 1,0 mm, einer Luftdurchlässigkeit (ISO 9237) von 700 bis 12000 l/m²xs, vorzugsweise 1200 bis 5000 l/m²xs, und einem Bruchwiderstand (ISO 1924-2) in Längsrichtung von mehr als 5 N/15 mm Streifenbreite und in Querrichtung von mehr als 1 N/15 mm Streifenbreite.

[0024] Die oben genannten physikalischen Eigenschaften lassen sich bei der Herstellung der trockengelegten Vliese einstellen. Das Flächengewicht kann über die Anzahl bzw. Menge der Fasern und die Geschwindigkeit des Abflages aggregats gesteuert werden. Die Luftdurchlässigkeit kann über den Durchmesser der Fasern, die Art der Fasern, glatt oder gekräuselt, durch das Mischen von verschiedenen Fasertypen und über die Packungsdichte eingestellt werden. Die Packungsdichte wird hierbei über den Ablegeprozeß und über die weitere Behandlung der Bahn, z.B. durch Verdichten durch Nadelung, mechanisches Pressen zwischen Walzen, eingestellt. Für die Einstellung des Bruchwiderstandes eignet sich ein Besprühen oder Imprägnieren der Fasern mit Bindemitteln. Auch ein Thermobonding über bei der Erzeugung eingebrachte thermoplastische Fasern mit anschließender Wärmebehandlung der Bahn ist für die Einstellung des Bruchwiderstandes geeignet.

[0025] Gemäß einer anderen vorteilhaften Ausführungsform ist das Stützelement ein naßgelegtes Vlies mit einem Flächengewicht (ISO 536) von 6 bis 40 g/m², vorzugsweise 10 bis 20 g/m², einer Dicke (ISO 534) von 0,05 bis 0,35 mm, vorzugsweise 0,08 bis 0,25 mm, einer Luftdurchlässigkeit (ISO 9237) von 500 bis 4000 l/m²xs, vorzugsweise 700 bis 2000 l/m²xs, und einem Bruchwiderstand (ISO 1924-2) in Längsrichtung von mehr als 5 N/15 mm Streifenbreite und in Querrichtung von mehr als 2 N/15 mm Streifenbreite.

[0026] Naßgelegte Vliese werden in der gleichen Art wie die oben beschriebenen Filterpapiere erzeugt. In gleicher Weise wie bei den Filterpapieren lassen sich auch die physikalischen Parameter naßgelegter Vliese einstellen.

[0027] Auch ein Spinnvlies als Stützelement mit einem Flächengewicht (ISO 536) von 8 bis 40 g/m², vorzugsweise 13 bis 25 g/m², einer Dicke (ISO 534) von 0,05 bis 0,30 mm, vorzugsweise 0,07 bis 0,20 mm, einer Luftdurchlässigkeit (ISO 9237) von 700 bis 12000 l/m²xs, vorzugsweise 1200 bis 5000 l/m²xs, und einem Bruchwiderstand (ISO 1924-2) in Längsrichtung von mehr als 7 N/15 mm Streifenbreite und in Querrichtung von mehr als 3 N/15 mm Streifenbreite kann als besonders geeignet angesehen werden.

[0028] Schließlich besteht eine weitere bevorzugte Ausgestaltung des Stützelements in einem Meltblownvlies mit einem Flächengewicht (ISO 536) von 6 bis 60 g/m², vorzugsweise 10 bis 25 g/m², einer Dicke (ISO 534) von 0,06 bis 0,50 mm, vorzugsweise 0,23 bis 0,35 mm, einer Luftdurchlässigkeit (ISO 9237) von 300 bis 2000 l/m²xs, vorzugsweise 500 bis 1200 l/m²xs, und einem Bruchwiderstand (ISO 1924-2) in Längsrichtung von mehr als 2 N/15 mm Streifenbreite und in Querrichtung von mehr als 1 N/15 mm Streifenbreite.

[0029] Die obigen Produktmerkmale der Meltblownvliese lassen sich während deren Herstellung wie folgt einstellen. Das Flächengewicht wird über den Polymerausstoß und die Geschwindigkeit des Ablegesiebes gesteuert. Die Luft-

durchlässigkeit ergibt sich aus der Packungsdichte der Fasern, die wiederum über den Faserdurchmesser und die Aufprallenergie der Fasern auf dem Ablagesieb gesteuert wird. Die Dicke des Meltblownvlieses wird über den Faserdurchmesser eingestellt, der über das Verhältnis Polymergeschwindigkeit beim Austritt aus den Kapillaren und der Luftgeschwindigkeit der Blasluft und dem daraus resultierenden Verstreckungsgrad der Filamente gesteuert wird. Auch über die Temperaturen der Polymerschmelze und der Blasluft kann der Verstreckungsgrad der Filamente und damit der Faserdurchmesser, die Packungsdichte und die Luftdurchlässigkeit des Vlieses beeinflusst werden. Die Aufprallenergie der Fasern auf das Ablagesieb ist über die Blasluftgeschwindigkeit und den Abstand zwischen Meltblowndüse und Ablagesieb steuerbar. Zur Beeinflussung des Bruchwiderstandes können die Fasern partiell, z.B. in Form eines Punkt- oder Gittermusters, verschweißt werden. Weiterhin ist es auch möglich, Bindemittel durch Imprägnieren oder Besprühen zur Festigkeitssteigerung einzuführen.

[0030] In einer bestimmten Ausführungsform werden ausschließlich solche Lagen für den Aufbau des erfindungsgemäßen Staubfilterbeutels verwendet, die aus wasserunlöslichen Materialien bestehen. Materialien, die unter Wassereinwirkung quellen, können hierbei auch eingesetzt werden, sofern beim Quellen ihre Träger-, Stütz- und/oder Filterfunktion nicht verlorengeht. Staubfilterbeutel, die ausschließlich aus wasserunlöslichen Materialien bestehen, sind für die Naß- und Trockenanwendung gleichermaßen geeignet.

[0031] In einer bevorzugten Ausführungsform der Staubfilterbeutel ist die Trägermateriallage die Außenseite und das Stützelement die innenliegende Anströmseite des Staubfilterbeutels, wobei die auf dem Stützelement unter Bildung eines zweilagigen Verbundes abgeschiedene Nanofaservlieslage der Trägermateriallage zugewandt ist.

[0032] In einer anderen Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Staubfilterbeutels, wobei die auf dem Stützelement unter Bildung eines zweilagigen Verbundes abgeschiedene Nanofaservlieslage der Trägermateriallage abgewandt ist.

[0033] Gemäß einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform der Staubfilterbeutel ist die Trägermateriallage die Außenseite und das Stützelement die innenliegende Anströmseite des Staubfilterbeutels, wobei sowohl auf der Trägermateriallage als auch auf dem Stützelement jeweils eine Lage Nanofaservlies unter Bildung eines zweilagigen Verbundes abgeschieden ist.

[0034] Hierbei kann der Staubfilterbeutel so ausgestaltet sein, daß die auf dem Stützelement abgeschiedene Nanofaservlieslage der Trägermateriallage abgewandt ist und die auf der Trägermateriallage abgeschiedene Nanofaservlieslage dem Stützelement zugewandt ist.

[0035] Weiterhin kann der Staubfilterbeutel hierbei auch so konstruiert sein, daß die auf dem Stützelement abgeschiedene Nanofaservlieslage der Trägermateriallage abgewandt ist und die auf der Trägermateriallage abgeschiedene Nanofaservlieslage dem Stützelement zugewandt ist.

[0036] Bevorzugt sind hierbei auch solche Staubfilterbeutel, in denen die auf dem Stützelement abgeschiedene Nanofaservlieslage der Trägermateriallage zugewandt ist und die auf der Trägermateriallage abgeschiedene Nanofaservlieslage dem Stützelement zugewandt ist.

[0037] Weiterhin geeignet sind hierbei auch solche Staubfilterbeutel, in denen die auf dem Stützelement abgeschiedene Nanofaservlieslage der Trägermateriallage zugewandt ist und die auf der Trägermateriallage abgeschiedene Nanofaservlieslage dem Stützelement abgewandt ist.

[0038] Schließlich ist eine weitere bevorzugte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Staubfilterbeutels dadurch gegeben, daß die Trägermateriallage die Außenseite und das Stützelement die innenliegende Anströmseite des Staubfilterbeutels bilden, wobei sowohl auf beiden Seiten der Trägermateriallage als auch auf beiden Seiten des Stützelements jeweils eine Lage Nanofaservlies unter jeweiliger Bildung eines dreilagigen Verbundes abgeschieden ist.

[0039] Nachfolgend sind die bevorzugten Lagenanordnungen im einzelnen nochmals aufgeführt.

45 Anströmseite (innen) → → Abluftseite (außen)

[0040]

- Stützelement/Nanofaservlies → Träger
- 50 • Nanofaservlies/Stützelement → Träger
- Nanofaservlies/Stützelement → Nanofaservlies/Träger
- Nanofaservlies/Stützelement → Träger/Nanofaservlies
- Stützelement/Nanofaservlies → Nanofaservlies/Träger
- Stützelement/Nanofaservlies → Träger/Nanofaservlies
- 55 • Nanofaservlies/Stützelement/Nanofaservlies → Nanofaservlies/Träger/Nanofaservlies

[0041] In obiger Liste sind die einzelnen Lagen in der Reihenfolge von der Anströmseite aufgeführt. Die Pfeile symbolisieren folglich die Strömungsrichtung der Luft.

[0042] Zur Herstellung von Roh- und Fertigbeuteln aus den erfindungsgemäßen Filterzusammensetzungen können an sich bekannte Verfahren verwendet werden.

[0043] Diese Herstellungsverfahren umfassen meist zwei Arbeitsgänge, die auf separaten Maschinenaggregaten erfolgen:

- a) Fertigung des Rohbeutels
- b) Konfektionierung zum Fertigbeutel.

[0044] Für die Rohbeutfertigung wird die Lage oder der zweilagige Verbund, welche im Staubfilterbeutel die Außenlage bilden sollen, in Rollenform der Beutelmachine vorgelegt. Von einer Abwickelstation wird diese Bahn unter Anlegung einer gleichbleibenden Zugspannung in die Maschine eingezogen und zu einem Schlauch gebildet, der mit einer Längsnaht verschlossen wird. Anschließend wird der Schlauch auf die entsprechende Länge geschnitten und eines der Schlauchenden zu einem Boden verschlossen. Dies geschieht auf der Bodenfalztrommel durch Ausbildung einer Lasche, die umgeschlagen und aufeinandergeklebt wird. Die Rohbeutelmaschine ist mit einer Fütterungseinrichtung für die Lagen versehen, die im Staubfilterbeutel innen zu liegen kommen sollen. Die Bahnen dieser Lagen werden der ablaufenden Bahn der Außenlage vor der Schlauchbildung zugeführt. Man erhält somit Beutel im Beutel. Der so erhaltene Rohbeutel wird auf einer separaten Konfektioniermaschine mit einer für das vorgesehene Staubsaugemodell entsprechenden Halteplatte versehen und zwar meist auf dem vorher ausgebildeten Laschenboden (Fachausdruck = Blockboden). Das noch offene zweite Schlauchende wird in Form eines Wickelbodens durch Umschlagen und Verkleben des Schlauches verschlossen.

[0045] Erfindungsgemäße Staubfilterbeutel können zur effektiven Abscheidung von Feinststäuben in den verschiedensten Staubsaugern eingesetzt werden, wobei die Saugleistung gegenüber herkömmlichen Geräten nicht reduziert ist. Hinsichtlich Größe und Form der Filterbeutel gibt es keine Einschränkungen. Sie eignen sich daher für Industrie-, Boden- und Handstaubsauger. Ein Schwerpunkt dürfte die effektive Entfernung von allergenem Hausstaub sein.

Beschreibung der Prüfmethode

[0046] Nachfolgend sind die Charakterisierungsmethoden der Filtermaterialien und -komponenten aufgeführt:

- | | | |
|----|----------------------|---|
| 30 | Flächengewicht: | EN ISO 536 (g/m ²) |
| | Dicke: | EN ISO 534, Tastendruck: 20 kPa (mm) |
| | Luftdurchlässigkeit: | EN ISO 9237 (l/m ² xs) Die Luftdurchlässigkeit der Nanofaservliese wurde nach der folgenden Formel berechnet, da diese Vliese als Einzellage für die Meßmethode keine ausreichende mechanische Festigkeit aufwiesen. |

$$1/LD_{NFV} = 1/LD_V + 1/LD_T$$

- 40 [0047] In dieser Formel steht LD für die Luftdurchlässigkeit, NFV für das Nanofaservlies, V für den zweilagigen Verbund aus Nanofaservlies und Stützelement oder Nanofaservlies und Trägermateriallage und T für den Träger in diesem zweilagigen Verbund, als entweder das Stützelement oder die Trägermateriallage.

- | | | |
|----|-------------------|---|
| | Bruchwiderstand: | EN ISO 1924-2 (N/15 mm Streifenbreite) |
| 45 | Faserdurchmesser: | Licht- und rasterelektronische Mikroskopie; Vergleich der Faserdurchmesser mit eingespiegelter Meßskala |

Staubdurchlaßgrad und Filterwiderstände:

- 50 [0048] Palas, beschrieben in:

a) W. Willemer, W. Mölter, Praxisnahe Überprüfung von Staubfiltern, Chemietechnik 15 (1986), Heft 12, Seiten 20-26

- 55 b) W. Mölter, C. Helsper, Fast and Automated Testing of Filter Media, Filtech Conference, 23. Bis 25.09.1987, Utrecht/Holland

Anströmgeschwindigkeit: 25 cm/Sekunde

Prüfluft: 200 mg Prüfstaub pro Kubikmeter
 Prüfstaub: SAE fine, Partikelgrößenverteilung: 0-80 μm
 Bestaubungszeit: 10 Minuten
 Partikelzählung: Palas PCS 2000; Meßbereich 0,25 bis 10 μm

5 [0049] Zur Bestimmung des Staubdurchlaßgrades ausgewertete Partikelfraktion: 0,25 bis 0,30 μm , Durchschnitt von 10 Minuten Bestaubung.

Filterwiderstand Δp_1 : Filterwiderstand vor dem Bestauben
 10 Filterwiderstand Δp_2 : Filterwiderstand nach dem Bestauben
 Dieser Wert ist der Maßstab für die Verstopfungsneigung und Standzeit des Filters, da davon unmittelbar die Saugleistung des Staubsaugers abhängig ist.

15 [0050] Die folgenden Beispiele 1-3 zeigen die hervorragenden filtertechnischen Eigenschaften der erfindungs-gemäßen Filterkombinationen im Vergleich zu herkömmlichen Filtermaterialien in Staubfilterbeuteln.

Beispiel 1:

20 [0051] Eine 7 %ige Lösung von Polyvinylalkohol mit einem mittleren Molekulargewicht von 200 000 und einem Ver-seifungsgrad von 98 % wurde durch eine Kapillare von 0,8 mm in einem Gleichspannungsfeld mit 30 kV Spannung zwi-schen Kapillare und geerdeter Gegenelektrode zu Nanofasern versponnen. Der Abstand zwischen Kapillare und Gegenelektrode betrug 6 cm. Das Nanofaservlies wurde auf einem Polypropylen-Meltblownmaterial, das auf der Gegenelektrode auflag, abgeschieden. Der mittlere Faserdurchmesser des Nanofaservlieses betrug ca. 380 nm, die berechnete Luftdurchlässigkeit 4200 $\text{l/m}^2 \times \text{s}$.

25 [0052] Für die Testung des Staubabscheidevermögens mit Hilfe der oben beschriebenen Prüfmethode wurde die Meltblownlage, auf der das Nanofaservlies unter Bildung eines zweilagigen Verbundes abgeschieden war, so auf einer außenliegenden Trägermateriallage aus Filterpapier aufgebracht, daß die Nanofaserlage zwischen dem Träger und der Meltblownlage zu liegen kam.

[0053] Nachfolgende Tabelle faßt die Resultate der Testung zusammen.

30

| | | Filterpapierlage | Nanofaser <->lage | Meltblown <->lage | Kombination |
|----|--|--------------------------------|-------------------|-------------------|-------------|
| 35 | Flächengewicht | g/m^2 | 45 | 23 | 68,1 |
| | Dicke | mm | 0,17 | | |
| | Bruchwiderstand längs | N | 40 | | |
| | Bruchwiderstand quer | N | 24 | | |
| 40 | Luftdurchlässigkeit | $\text{l/m}^2 \times \text{s}$ | 280 | 4200 | 750 |
| | Staubdurchlaß (0,25-0,30 μm) | % | | | 1,94 |
| | Filterwiderstand Δp_1 | Pa | | | 305 |
| 45 | Filterwiderstand Δp_2 | Pa | | | 870 |

Referenzbeispiel 1:

50

[0054] Die Meltblownlage von Beispiel 1 wurde ohne darauf abgeschiedenes Nanofaservlies auf die Filterpapier-außenlage von Beispiel 1 aufgebracht und dieses Filtersystem mit den oben beschriebenen Prüfmethode hinsichtlich seines Staubabscheidevermögens untersucht.

[0055] Nachfolgende Tabelle faßt die Resultate der Testung zusammen.

55

| | | Filterpapierlage | Meltblownlage | Kombination |
|------------------------------|---------------------|------------------|---------------|-------------|
| Flächengewicht | g/m ² | 45 | 23 | 68 |
| Dicke | mm | 0,17 | | |
| Bruchwiderstand längs | N | 40 | | |
| Bruchwiderstand quer | N | 24 | | |
| Luftdurchlässigkeit | l/m ² xs | 280 | 750 | 200 |
| Staubdurchlaß (0,25-0,30 µm) | % | | | 4,36 |
| Filterwiderstand Δp1 | Pa | | | 300 |
| Filterwiderstand Δp2 | Pa | | | 857 |

[0056] Beim Vergleich mit dem Referenzmaterial wird deutlich, daß durch eine Nanofaservliesauflage mit einem Flächengewicht von 0,1 g/m² der Staubdurchlaß für 0,25 bis 0,30 µm große Partikel von 4,36 auf 1,94 % reduziert wird ohne daß sich die Filterwiderstände signifikant verändern. Dies entspricht einer Reduzierung dieser feinen Staubpartikel um ca. 55 % in der filtrierten Luft.

Beispiel 2

[0057] Nach dem unter Beispiel 1 beschriebenen Verfahren wurde ein Nanofaservlies aus Polyvinylalkohol auf einem Polypropylen-Meltblownvlies abgeschieden. Der mittlere Faserdurchmesser des Nanofaservlieses betrug etwa 400 nm, die berechnete Luftdurchlässigkeit 7400 l/m²xs.

[0058] Für die Testung des Staubabscheidevermögens mit Hilfe der oben beschriebenen Prüfmethode wurde die Meltblownlage, auf der das Nanofaservlies unter Bildung eines zweilagigen Verbundes abgeschieden war, so auf einer Spinnvlieslage auf Polypropylen aufgebracht, daß das Nanofaservlies die Anströmlage des Filtersystems bildete.

[0059] Nachfolgende Tabelle faßt die Resultate der Testung zusammen.

| | | Spinnvlieslage | Meltblownlage | Nanofaserlage | Kombination |
|------------------------------|---------------------|----------------|---------------|---------------|-------------|
| Flächengewicht | g/m ² | 30 | 36 | 0,1 | 66,1 |
| Dicke | mm | 0,25 | | | |
| Bruchwiderstand längs | N | 18 | | | |
| Bruchwiderstand quer | N | 7 | | | |
| Luftdurchlässigkeit | l/m ² xs | 3500 | 400 | 7400 | 345 |
| Staubdurchlaß (0,25-0,30 µm) | % | | | | 0,44 |
| Filterwiderstand Δp1 | Pa | | | | 135 |
| Filterwiderstand Δp2 | Pa | | | | 545 |

Referenzbeispiel 2

[0060] Die Meltblownlage von Beispiel 2 wurde ohne darauf abgeschiedenes Nanofaservlies auf die Spinnvliesaußenlage von Beispiel 2 aufgebracht und dieses Filtersystem mit den oben beschriebenen Prüfmethode hinsichtlich seines Staubabscheidevermögens untersucht.

[0061] Nachfolgende Tabelle faßt die Resultate der Testung zusammen.

5

10

15

| | | Spinnvlieslage | Meltblownlage | Kombination |
|------------------------------|---------------------|----------------|---------------|-------------|
| Flächengewicht | g/m ² | 30 | 36 | 66 |
| Dicke | mm | 0,25 | 0,32 | |
| Bruchwiderstand längs | N | 18 | | |
| Bruchwiderstand quer | N | 7 | | |
| Luftdurchlässigkeit | l/m ² xs | 3500 | 400 | 355 |
| Staubdurchlaß (0,25-0,30 µm) | % | | | 2,66 |
| Filterwiderstand Δp1 | Pa | | | 125 |
| Filterwiderstand Δp2 | Pa | | | 540 |

[0062] Durch das Nanofaservlies des erfindungsgemäßen Staubbeutels in Beispiel 2 wurde bei praktisch gleichbleibenden Filterwiderständen der Durchlaß von Partikeln der Größe 0,25-0,30 µm von 2,66 auf 0,44 % reduziert. Dies entspricht einer Reduzierung der feinen Staubpartikel in der filtrierten Luft von ca. 83 %.

Beispiel 3:

[0063] Nach dem unter Beispiel 1 beschriebenen Verfahren wurde ein Nanofaservlies aus Polyvinylalkohol auf einem nach dem Naßlegeverfahren hergestellten Stützelement aus Zellstoffen abgeschieden. Der mittlere Faserdurchmesser des Nanofaservlieses betrug ca. 420 nm, die berechnete Luftdurchlässigkeit 2800 l/m²xs.

[0064] Für die Testung des Staubabscheidevermögens mit Hilfe der oben beschriebenen Prüfmethode wurde das Stützelement, auf der das Nanofaservlies unter Bildung eines zweilagigen Verbundes abgeschieden war, so auf einer Filterpapieraußenlage aufgebracht, daß das Nanofaservlies zwischen dem außenliegenden Träger und dem Stützelement zu liegen kam.

[0065] Nachfolgende Tabelle faßt die Resultate der Testung zusammen.

35

40

45

| | | Papierträger | Nanofaservlies | Stützelement | Kombination |
|------------------------------|---------------------|--------------|----------------|--------------|-------------|
| Flächengewicht | g/m ² | 45 | 0,3 | 18 | 63,3 |
| Dicke | mm | 0,17 | | | |
| Bruchwiderstand längs | N | 40 | | | |
| Bruchwiderstand quer | N | 24 | | | |
| Luftdurchlässigkeit | l/m ² xs | 280 | 2800 | 1500 | 210 |
| Staubdurchlaß (0,25-0,30 µm) | % | | | | 8,95 |
| Filterwiderstand Δp1 | Pa | | | | 230 |
| Filterwiderstand Δp2 | Pa | | | | 1425 |

Referenzbeispiel 3

[0066] Die Stützelementlage von Beispiel 3 wurde ohne darauf abgeschiedenes Nanofaservlies auf die außenliegende Filterpapierlage von Beispiel 3 aufgebracht und dieses Filtersystem mit den oben beschriebenen Prüfmethode hinsichtlich seines Staubabscheidevermögens untersucht.

[0067] Nachfolgende Tabelle faßt die Resultate der Testung zusammen.

| | | Papierträger | Stützelement | Kombination |
|------------------------------|---------------------|--------------|--------------|-------------|
| Flächengewicht | g/m ² | 45 | 18 | 63 |
| Dicke | mm | 0,17 | | |
| Bruchwiderstand längs | N | 40 | | |
| Bruchwiderstand quer | N | 24 | | |
| Luftdurchlässigkeit | l/m ² xs | 280 | 1500 | 235 |
| Staubdurchlaß (0,25-0,30 µm) | % | | | 27,89 |
| Filterwiderstand Δp1 | Pa | | | 200 |
| Filterwiderstand Δp2 | Pa | | | 1420 |

[0068] Durch das auf den Papierträger aufgebrachte Nanofaservlies wurde der Staubdurchlaß für 0,25 bis 0,30 µm große Partikel von 27,89 auf 8,95 % reduziert. Dies entspricht einer Reduzierung von etwa 68 %. Das aufgebrachte Nanofaservlies erhöhte den Filterwiderstand des unbestaubten Filters (Δp1) nur geringfügig, während der Filterwiderstand des bestaubten Filters (Δp2) praktisch unverändert war.

[0069] Die vorangehenden Beispiele zeigen, daß die Verwendung von spezifischen Nanofaservliesen in Staubfilterbeuteln bewirkt, daß Feinstpartikel im Größenbereich von 0,25 bis 0,3 µm effizient zurückgehalten werden, ohne dabei den Filterwiderstand Δp2 zu erhöhen. Die Saugleistung des Staubsaugers bleibt trotz der deutlichen Abscheidungsverbesserung im Vergleich zu den Referenzbeispielen praktisch unverändert.

Patentansprüche

1. Staubfilterbeutel, umfassend mindestens eine Trägermateriallage und mindestens eine Faservlieslage, dadurch gekennzeichnet, daß die mindestens eine Faservlieslage eine Nanofaservlieslage mit einem durchschnittlichen Faserdurchmesser von 10 bis 1000nm, einem Flächengewicht (ISO 536) von 0,05 bis 2 g/m² und einer Luftdurchlässigkeit (ISO 9237) von 1500 bis 20 000 l/m²xs ist, und die mindestens eine Trägermateriallage eine Luftdurchlässigkeit (ISO 9237) von mehr als 70 l/m²xs, einen Bruchwiderstand (ISO 1924-2) in Längsrichtung von mehr als 20 N/15 mm Streifenbreite und in Querrichtung von mehr als 10 N/15 mm Streifenbreite aufweist.
2. Staubfilterbeutel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Nanofaservlieslage direkt auf der Trägermateriallage unter Bildung eines zweilagigen Verbundes abgeschieden ist.
3. Staubfilterbeutel nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich ein Stützelement enthalten ist, auf dem die Nanofaservlieslage unter Bildung eines zweilagigen Verbundes abgeschieden ist.
4. Staubfilterbeutel nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Trägermateriallage aus einem Spinnvlies besteht.
5. Staubfilterbeutel nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Spinnvlies ein Flächengewicht (ISO 536) von 15 bis 100 g/m² hat.
6. Staubfilterbeutel nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Spinnvlies eine Luftdurchlässigkeit (ISO 9237) von 100 bis 8000 l/m²xs besitzt.
7. Staubfilterbeutel nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Trägermateriallage aus Filterpapier besteht.
8. Staubfilterbeutel nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Filterpapier ein Flächengewicht (ISO 536) von 40 bis 90 g/m² hat.
9. Staubfilterbeutel nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Filterpapier eine Luftdurchlässigkeit (ISO 9237) von 70 bis 900 l/m²xs besitzt.

10. Staubfilterbeutel nach einem oder mehreren der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Filterpapier einen Bruchwiderstand (ISO 1924-2) in Längsrichtung von 25 bis 70 N/15 mm Streifenbreite und in Querrichtung von 15 bis 45 N/15 mm Streifenbreite besitzt.
- 5 11. Staubfilterbeutel nach einem oder mehreren der Ansprüche 3 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Stützelement aus einem Vlies besteht.
12. Staubfilterbeutel nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Vlies ein trockengelegtes Vlies, ein naßgelegtes Vlies, ein Spinnvlies oder ein Meltblownvlies ist.
- 10 13. Staubfilterbeutel nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Vlies ein trockengelegtes Vlies mit einem Flächengewicht (ISO 536) von 10 bis 50 g/m², einer Dicke (ISO 534) von 0,10 bis 2,0 mm, einer Luftdurchlässigkeit (ISO 9237) von 700 bis 12000 l/m²xs und einem Bruchwiderstand (ISO 1924-2) in Längsrichtung von mehr als 5 N/15 mm Streifenbreite und in Querrichtung von mehr als 2 N/15 mm Streifenbreite ist.
- 15 14. Staubfilterbeutel nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Vlies ein naßgelegtes Vlies mit einem Flächengewicht (ISO 536) von 6 bis 40 g/m², einer Dicke (ISO 534) von 0,05 bis 0,35 mm, einer Luftdurchlässigkeit (ISO 9237) von 500 bis 4000 l/m²xs und einem Bruchwiderstand (ISO 1924-2) in Längsrichtung von mehr als 5 N/15 mm Streifenbreite und in Querrichtung von mehr als 2 N/15 mm Streifenbreite ist.
- 20 15. Staubfilterbeutel nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Vlies ein Spinnvlies mit einem Flächengewicht (ISO 536) von 8 bis 40 g/m², einer Dicke (ISO 534) von 0,05 bis 0,30 mm, einer Luftdurchlässigkeit (ISO 9237) von 700 bis 12.000 l/m²xs und einem Bruchwiderstand (ISO 1924-2) in Längsrichtung von mehr als 7 N/15 mm Streifenbreite und in Querrichtung von mehr als 3 N/15 mm Streifenbreite ist.
- 25 16. Staubfilterbeutel nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Vlies ein Meltblownvlies mit einem Flächengewicht (ISO 536) von 6 bis 60 g/m², einer Dicke (ISO 534) von 0,06 bis 0,50 mm, einer Luftdurchlässigkeit (ISO 9237) von 300 bis 2000 l/m²xs und einem Bruchwiderstand (ISO 1924-2) in Längsrichtung von mehr als 2 N/15 mm Streifenbreite und in Querrichtung von mehr als 1 N/15 mm Streifenbreite ist.
- 30 17. Staubfilterbeutel nach einem oder mehreren der Ansprüche 3 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Trägermateriallage die Außenseite und das Stützelement die innenliegende Anströmseite des Staubfilterbeutels bildet, wobei die Nanofaservlieslage im zweilagigen Verbund mit dem Stützelement der Trägermateriallage zugewandt ist.
- 35 18. Staubfilterbeutel nach einem oder mehreren der Ansprüche 3 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Trägermateriallage die Außenseite und das Stützelement die innenliegende Anströmseite des Staubfilterbeutels bildet, wobei die Nanofaservlieslage im zweilagigen Verbund mit dem Stützelement der Trägermateriallage abgewandt ist.
- 40 19. Staubfilterbeutel nach einem oder mehreren der Ansprüche 3 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Trägermateriallage die Außenseite und das Stützelement die innenliegende Anströmseite des Staubfilterbeutels bildet, wobei sowohl auf der Trägermateriallage als auch auf dem Stützelement jeweils eine Lage Nanofaservlies unter Bildung eines zweilagigen Verbundes abgeschieden ist.
- 45 20. Staubfilterbeutel nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die auf dem Stützelement abgeschiedene Nanofaservlieslage der Trägermateriallage abgewandt ist und die auf der Trägermateriallage abgeschiedene Nanofaservlieslage dem Stützelement zugewandt ist.
- 50 21. Staubfilterbeutel nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die auf dem Stützelement abgeschiedene Nanofaservlieslage der Trägermateriallage abgewandt ist und die auf der Trägermateriallage abgeschiedene Nanofaservlieslage dem Stützelement abgewandt ist.
- 55 22. Staubfilterbeutel nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die auf dem Stützelement abgeschiedene Nanofaservlieslage der Trägermateriallage zugewandt ist und die auf der Trägermateriallage abgeschiedene Nanofaservlieslage dem Stützelement zugewandt ist.
23. Staubfilterbeutel nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die auf dem Stützelement abgeschiedene Nanofaservlieslage der Trägermateriallage zugewandt ist und die auf der Trägermateriallage abgeschiedene Nanofaservlieslage dem Stützelement abgewandt ist.

24. Staubfilterbeutel nach einem oder mehreren der Ansprüche 3 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Trägermateriallage die Außenseite und das Stützelement die innenliegende Anströmseite des Staubfilterbeutels bilden, wobei sowohl auf beiden Seiten der Trägermateriallage als auch auf beiden Seiten des Stützelements jeweils eine Lage Nanofaservlies unter jeweiliger Bildung eines dreilagigen Verbundes abgeschieden ist.

5

25. Staubfilterbeutel nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sämtliche Lagen aus wasserunlöslichen Materialien bestehen.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 00 10 8098

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE | | | |
|---|---|---|---|
| Kategorie | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile | Betrifft Anspruch | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7) |
| A | EP 0 338 479 A (GESSNER & CO GMBH) 25. Oktober 1989 (1989-10-25) * das ganze Dokument * | 1-25 | B01D39/16 A47L9/14 |
| A | US 4 650 506 A (BARRIS MARTY A ET AL) 17. März 1987 (1987-03-17) * Ansprüche * | 1-25 | |
| A | EP 0 410 733 A (ICHIKAWA WOOLEN TEXTILE) 30. Januar 1991 (1991-01-30) Detailed description * Seite 3; Ansprüche * | 1 | |
| A | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 328 (C-621), 24. Juli 1989 (1989-07-24) & JP 01 107821 A (KURARAY CO LTD), 25. April 1989 (1989-04-25) * Zusammenfassung * | 1 | |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt | | | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) |
| | | | B01D A47L |
| Recherchenort DEN HAAG | | Abschlußdatum der Recherche 15. August 2000 | Prüfer Plaka, T |
| <p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument</p> <p>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p> | | | |

EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 00 10 8098

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

15-08-2000

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|---|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| EP 0338479 A | 25-10-1989 | DE 3812849 A | 26-10-1989 |
| | | AT 79782 T | 15-09-1992 |
| | | DE 58902112 D | 01-10-1992 |
| US 4650506 A | 17-03-1987 | KEINE | |
| EP 0410733 A | 30-01-1991 | JP 3060712 A | 15-03-1991 |
| | | JP 7096089 B | 18-10-1995 |
| | | DE 69020253 D | 27-07-1995 |
| | | DE 69020253 T | 23-11-1995 |
| | | US 5318831 A | 07-06-1994 |
| JP 01107821 A | 25-04-1989 | KEINE | |

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82